

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 039 761 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

27.09.2000 Bulletin 2000/39

(51) Int Cl.7: H04N 7/58

(21) Numéro de dépôt: 00400728.2

(22) Date de dépôt: 16.03.2000

(84) Etats contractants désignés:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE

Etats d'extension désignés:

AL LT LV MK RO SI

(71) Demandeur: SAGEM SA

75116 Paris (FR)

(72) Inventeur: Boru, Bruno

75013 Paris (FR)

(30) Priorité: 16.03.1999 FR 9903207

(74) Mandataire: Bloch, Gérard

2, square de l'Avenue du Bois
75116 Paris (FR)

(54) Procédé de diffusion de paquets de données numériques par un ensemble de canaux

(57) Selon le procédé de diffusion de paquets de données numériques par un ensemble de divers canaux, avec leurs files d'attente, d'un émetteur de diffusion dont le débit global est limité par un seuil haut, l'entrée de l'émetteur recevant (1-4) au moins d'un serveur

un flux d'informations entrant, la diffusion s'effectue selon une suite de cycles, dans chacun desquels on aiguille les paquets de données vers des canaux déterminés et, tant qu'il y a des paquets, jusqu'à ce que le volume des paquets aiguillés corresponde au dit seuil haut.

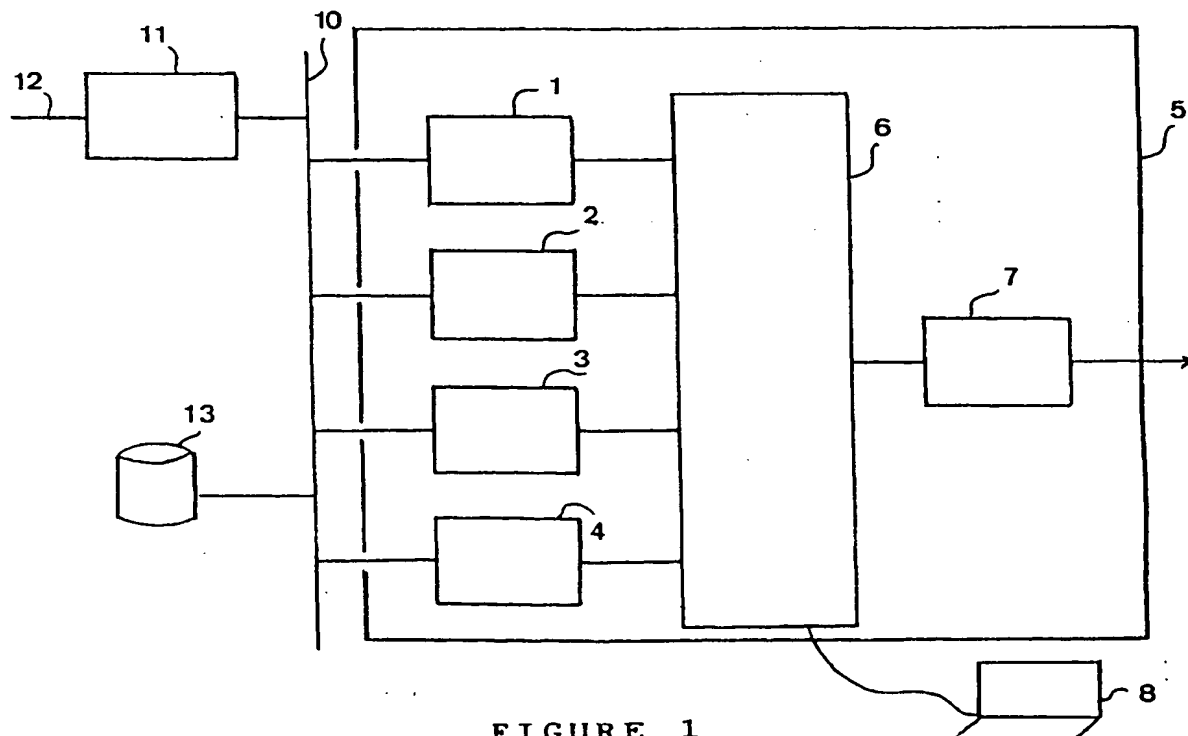


FIGURE 1

Description

[0001] Un réseau de diffusion d'informations numériques, telles que des programmes de télévision numérique ou des données informatiques, permet à un émetteur unique d'atteindre directement un grand nombre de récepteurs.

[0002] De ce fait, le réseau peut se développer sans nécessité d'investissements en équipements de commutation. Chaque récepteur reçoit la totalité du flux d'informations diffusées et sélectionne lui-même les informations désirées.

[0003] Comme il s'agit d'informations numériques, l'émetteur n'est pas limité à un type particulier d'informations et il peut donc offrir économiquement un grand nombre de services d'informations. Il est donc alimenté par plusieurs serveurs de flux d'informations numériques, telles qu'images et son de chaînes de télévision, prévisions météorologiques, cours de la bourse, informations d'actualité et autres.

[0004] Tous ces flux entrants sont regroupés et entrelacés temporellement en un flux unique, qui est diffusé par satellite ou par réseau câblé.

[0005] Afin que les récepteurs puissent reconnaître leurs flux élémentaires, l'émetteur diffuse les informations des divers flux entrants sous forme de paquets comportant chacun un Identificateur de Paquets (PID) du flux considéré.

[0006] Comme le flux total diffusé ne peut dépasser une valeur de seuil maximal, à chaque flux élémentaire entrant est allouée, de façon classique, pour son émission, une valeur maximale de débit à ne pas dépasser, pour éviter de perturber les autres flux. Si un flux élémentaire entrant dépasse temporairement cette valeur maximale, les informations correspondantes ne sont pas insérées dans le flux sortant et sont perdues. Il s'agit donc d'une gestion de débit dans laquelle on écrête simplement le débit de chaque flux à la valeur maximale fixe allouée pour l'émission. Une telle gestion présente donc l'inconvénient d'entraîner des pertes d'informations lorsque les flux entrants présentent des surcharges.

[0007] La présente invention vise à procurer une plus grande souplesse d'exploitation.

[0008] A cet effet, l'invention concerne un procédé de diffusion de paquets de données numériques par un ensemble de divers canaux, avec leurs files d'attente, d'un émetteur de diffusion dont le débit global est limité par un seuil haut, l'entrée de l'émetteur recevant au moins d'un serveur un flux d'informations entrant, procédé caractérisé par le fait que la diffusion s'effectue selon une suite de cycles, dans chacun desquels on aiguille les paquets de données vers les canaux déterminés et, tant qu'il y a des paquets, jusqu'à ce que le volume des paquets aiguillés corresponde au dit seuil haut.

[0009] Ainsi, chaque canal n'est pas limité à un débit fixe mais au contraire peut écouler, en fonction de ses

besoins, un débit accru lorsque le trafic d'autres canaux est faible.

[0010] Avantageusement, on aiguille d'abord vers au moins un des canaux un volume minimal de paquets et on ne poursuit l'aiguillage de paquets vers le canal ayant reçu le volume minimal de paquets qu'après avoir aiguillé vers chacun des autres canaux un volume de paquets atteignant le volume minimal.

[0011] On garantit ainsi le bon fonctionnement de ceux des récepteurs qui doivent recevoir au moins un débit ou volume minimal de données, sans toutefois créer une inégalité excessive entre canaux puisque le canal à débit minimal, d'abord prioritaire, devient ensuite non prioritaire une fois qu'il a reçu le volume minimal de paquets.

[0012] Avantageusement encore, on aiguille les paquets d'abord vers des canaux prioritaires et/ou on attribue aux paquets à aiguiller un niveau d'urgence et on aiguille d'abord les paquets présentant le plus haut niveau d'urgence et, en cas d'égalité de niveau de priorité de canaux, on aiguille d'abord les paquets présentant le plus haut niveau d'urgence.

[0013] Des canaux peuvent ainsi être prioritaires sur d'autres, quelles que soient les informations contenues dans les paquets qu'ils diffusent, et, par ailleurs, les informations à diffuser ont aussi une priorité de par leur urgence, quel que soit le canal dans lequel elles vont être diffusées.

[0014] Dans un mode de mise en oeuvre préféré du procédé de l'invention, on répartit les canaux en groupes de canaux, on fixe pour chaque groupe une valeur de seuil haut de débit en fonction du seuil haut du débit global de l'émetteur et de la valeur de seuil haut des autres groupes et l'aiguillage des paquets dans chaque groupe s'effectue en considérant, à chaque fois, que l'émetteur a un seuil haut de débit global réduit à la valeur de celui du groupe considéré.

[0015] On évite ainsi toute interférence entre canaux de groupes différents, liée à des pointes de trafic sur un canal.

[0016] L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description suivante d'un mode préféré de mise en oeuvre du procédé de l'invention, en référence au dessin annexé, sur lequel :

- la figure 1 est un schéma par blocs d'un émetteur de paquets de données pour la mise en oeuvre du procédé de l'invention,
- la figure 2 illustre plus en détail la structure de l'émetteur,
- la figure 3, formée des figures 3A, 3B et 3C, est un diagramme temporel illustrant la mise en paquets de diffusion de datagrammes, et
- la figure 4 est un diagramme illustrant l'ordre de transferts de datagrammes vers des canaux d'émission.

[0017] L'émetteur 5 représenté sur la figure 1 émet,

par une pluralité de canaux d'émission temporellement multiplexés, des paquets de données à destination d'une pluralité de récepteurs, qui sélectionnent un ou plusieurs des canaux. Cette émission s'effectue par diffusion depuis une antenne d'un réseau de diffusion par satellite ou par une tête de station d'un réseau câblé.

[0018] L'émetteur 5 reçoit dans cet exemple $M = 4$ flux élémentaires de données dans M canaux de réception, ici sous forme de paquets de données, ou datagrammes, de longueurs diverses, et utilise ces datagrammes pour alimenter $N = 4$ canaux d'émission dans lesquels sont diffusés des paquets, au format voulu, représentant les datagrammes.

[0019] Les flux entrants sont reçus et mémorisés temporairement par M cartes respectives 1, 2, 3 et 4, ou canaux de réception, d'interface de liaison ETHERNET reliées à un réseau ETHERNET 10 alimenté par un routeur 11 de l'INTERNET 12 et par une base de données locale 13. D'une façon générale, l'émetteur 5 peut être alimenté en données à diffuser par tout réseau de transmission de données, à mode de transmission paquets ou circuit. Les cartes 1-4 sont reliées en sortie à un ensemble de calcul 6 commandant un circuit émetteur 7 émettant vers un réseau de diffusion. Un PC 8 permet de commander l'ensemble de calcul 6, pour le configurer, par exemple. L'émetteur 5 fait ainsi office de passerelle entre divers serveurs de données et le réseau de diffusion.

[0020] Chaque canal d'émission est identifié par un identificateur appelé PID (Identificateur de Paquets) inséré dans chaque paquet diffusé. Un même canal d'émission peut recevoir des datagrammes de plusieurs cartes d'entrée 1-4. Ainsi, par exemple, un datagramme d'informations météorologiques pourra être diffusé dans un canal spécifique à la météorologie et aussi diffusé dans un canal d'informations générales. Ainsi, un émetteur tel que 5 comporte au moins une entrée ($M \geq 1$) et plusieurs canaux de sortie ($N \geq 2$) alimentés en données par cette entrée (fonction démultiplexeur logique). Dans le cas général tel que représenté ici, il y a $M > 1$, l'émetteur 5 a donc aussi, dans cet exemple, une fonction de multiplexeur, ou concentrateur, logique. De ce fait, il a globalement ici une fonction de commutation ou brassage logique de M flux de canaux de réception vers N canaux d'émission. L'émetteur 5 a, en sortie, une fonction de multiplexeur ou concentrateur physique, pour fournir un flux unique de paquets successifs des divers canaux d'émission, multiplexés ou entrelacés temporellement pour être diffusés les uns après les autres.

[0021] La figure 2 représente plus en détail l'ensemble de calcul 6 et illustre le cheminement ci-dessus des données dans l'émetteur 5. Pour simplifier l'exposé, on a ici réduit à $M = 2$ le nombre d'entrées de flux d'informations.

[0022] Une unité centrale 30, avec des tables 301 de configuration, ou paramétrage, des divers canaux d'émission, commande les circuits représentés. Les cartes 1, 2 alimentent, en données reçues depuis le ré-

seau ETHERNET 10, telles que datagrammes, une mémoire tampon 23 qui les transfère ensuite à des circuits 31 de transfert et de brassage qui regroupent certains des flux en fonction du canal d'émission auxquels ils sont destinés. Les flux issus des circuits 31 et classés par canal d'émission (PID) sont transmis à des circuits 33 de mise de ces flux à un format déterminé de paquets de transport TP, prévu pour la diffusion. Les circuits 33 reçoivent aussi des données d'information relatives à des tables MPEG2, provenant d'un circuit 32, qui décrivent le type des informations de chaque canal d'émission et permettent ainsi aux récepteurs du réseau de diffusion de sélectionner un ou plusieurs canaux, en désignant, à travers elles, le ou les numéros PID qui conviennent. Les circuits 33 fournissent les paquets des $N = 4$ canaux d'émission sous forme de données encapsulées dans les paquets de transport TP, de longueur fixée à 188 octets, à un circuit aval 34 qui entrelace temporellement, par multiplexage, les paquets TP des N canaux d'émission, pour les transmettre en série à un circuit d'émission 35, à partir de N files d'attente d'émission 341, 342, 343 et 344.

[0023] Le fonctionnement des circuits ci-dessus va maintenant être expliqué plus en détails.

[0024] Dans le circuit 33 de mise en paquets TP, les flux de datagrammes sont mélangés aux tables MPEG2, avant mise en paquets selon un mode particulier propre à chaque canal d'émission. Chaque canal d'émission, de PID déterminé, est ainsi constitué d'un flux de paquets de transport TP transportant les données des datagrammes et les tables MPEG2. Les paquets des N canaux d'émission sont ensuite fondus, par multiplexage temporel, en un flux unique en sortie du circuit 34. Le débit global, en sortie du circuit 34, ne peut dépasser une valeur de seuil haut de l'émetteur 5.

[0025] Afin de respecter cette contrainte et d'offrir une souplesse d'exploitation pour assurer le débit voulu pour les divers canaux d'émission, la diffusion des paquets de données s'effectue selon une suite de cycles, dans chacun desquels on aiguille les paquets de données vers des canaux d'émission déterminés et, tant qu'il y a des paquets, jusqu'à ce que le volume des paquets aiguillés corresponde au seuil haut de l'émetteur 5.

[0026] Cette gestion de la bande passante offerte aux canaux d'émission va être détaillée dans les exemples suivants. Tout d'abord, on lit les trames ETHERNET de datagrammes reçues dans la mémoire 23 depuis le cycle précédent.

[0027] Ensuite, chaque nouveau datagramme reçoit un niveau d'urgence Q , qui équivaut à un niveau de priorité attaché à chaque datagramme selon des critères déterminés, par exemple la carte 1-4 d'entrée ou encore l'heure courante. A tout datagramme est associé (au moins) un numéro PID de canal d'émission, en sortie de diffusion.

[0028] Dans cet exemple, l'ensemble de N canaux d'émission est subdivisé en G groupes, de tailles quel-

conques, par exemple ici $G = 2$ groupes de deux canaux d'émission. Dans ce qui suit, i désigne le rang ($1 \leq i \leq G$) d'un groupe et j désigne le rang d'un canal d'émission dans ce groupe. ici $j = 1$ ou 2 . Chaque groupe dispose en émission d'une bande passante ou débit représentant un seuil haut qui lui a été alloué, dans la limite du seuil haut de bande passante, ou débit maximal, de l'émetteur 5. Ces seuils hauts de bande passante de groupe, pouvant être mutuellement différents, peuvent être fixes ou variables, c'est-à-dire que le protocole de partage de bande passante, entre les i canaux d'émission d'un groupe peut, à un niveau supérieur, s'appliquer au partage de bande passante entre les G groupes de l'émetteur 5.

[0029] Ce qui suit concerne un traitement relatif à chaque groupe i . Ceci reste valable dans le cas où il n'y aurait qu'un seul groupe, de N canaux d'émission, disposant donc de la totalité de la bande passante de seuil haut de l'émetteur 5.

[0030] Ensuite, on regroupe logiquement les j canaux de chaque groupe i puis on lit une des tables 301 d'exploitation des canaux d'émission, pour identifier ceux pour lesquels il faut assurer au moins un débit de seuil minimal, représentant un nombre ou volume minimal de paquets, c'est-à-dire les canaux d'émission qui doivent disposer au moins d'une bande passante garantie correspondant au débit de seuil minimal.

[0031] Ensuite, on recherche les datagrammes en mémoire 23 ayant un numéro PID correspondant à un canal d'émission requérant ainsi de disposer au moins du volume minimal de bande passante et on lit ces datagrammes par ordre de niveaux d'urgence Q décroissants en vue de les aiguiller vers la file d'attente d'émission 341 à 344 du canal voulu.

[0032] Ensuite, dans les circuits 33, ces datagrammes sont mis sous forme de paquets TP adressés chacun à la file d'attente d'émission 341-344 voulue.

[0033] Les figures 3A à 3C illustrent le fait que des datagrammes reçus par les cartes 1 et 2 (fig. 3A et 3C) sont, l'un après l'autre, transférés à une file d'attente en émission 341-344 déterminée par son numéro PID, avec à chaque fois mise du datagramme sous forme de paquet(s) TP.

[0034] Chaque datagramme peut nécessiter plusieurs paquets TP, et on calcule à chaque fois le cumul du nombre de paquets TP dans la file d'attente d'émission 341-344. Chaque cumul du nombre de paquets TP ci-dessus, et donc d'octets, rapporté à la durée de la période d'un cycle, pendant laquelle on va vider par émission les files d'attente d'émission 341 à 344, permet de déterminer un débit effectif prévisionnel, ou bande passante, pour la période du cycle courant. On poursuit la mise en paquets des datagrammes tant que la bande passante prévisionnelle n'atteint pas le seuil minimal pour chaque canal d'émission considéré et tant qu'il reste des datagrammes disponibles.

[0035] Il reste alors à attribuer aux divers canaux d'émission le reliquat de la bande passante maximale

de l'émetteur 5 dans la limite du seuil haut du groupe considéré, c'est-à-dire la valeur du seuil haut de l'émetteur 5 diminuée des diverses valeurs de bande passante minimale garantie, ou volume de paquets, requises par certains des canaux d'émission et effectivement consommée. Si un canal n'utilise pas toute sa bande passante minimale garantie, faute de datagrammes, sa bande passante restante est disponible pour le reliquat ci-dessus.

[0036] Trois protocoles de distribution de ce reliquat sont envisageables.

[0037] Selon le premier protocole, on aiguille et transfère les paquets d'abord vers les canaux d'émission (remplissage de leur file d'attente 341-344) les plus prioritaires et, si des canaux ont un même niveau de priorité, on détermine s'il faut remplir leur file d'attente 341-344, en fonction de leur bande passante actuelle, en répartissant entre eux, de façon égale ou non, la bande passante totale de l'émetteur 5 ou simplement le reliquat non encore réparti dans la limite du seuil maximal du groupe. La mise en paquets des datagrammes pour chaque canal d'émission s'effectue de préférence par ordre de niveaux d'urgence décroissants.

[0038] Ainsi, les canaux prioritaires sont servis en premier et, même en cas de saturation prévisible, les datagrammes de niveaux d'urgence supérieurs sont prioritaires et sont donc diffusés.

[0039] Selon le deuxième protocole, on traite encore les canaux par priorités décroissantes et, en cas d'égalité niveau de priorité entre plusieurs canaux, on aiguille et transfère, aux files d'attente 341-344, d'abord des paquets TP formés à partir du ou des datagrammes présentant le plus haut niveau d'urgence.

[0040] A chaque niveau, de priorité et d'urgence, on choisit de traiter les datagrammes à mettre en paquets TP en fonction de la bande passante courante affectée au canal d'émission considéré et on répartit, de façon égale ou non entre les canaux, le reliquat de bande passante en fonction de la bande passante totale (seuil haut du groupe) ou simplement de la taille de ce reliquat.

[0041] Selon le troisième protocole, on transfère d'abord les datagrammes de plus haut niveau d'urgence et, pour un niveau d'urgence déterminé, on remplit les canaux d'émission par niveaux de priorité décroissants. Pour un niveau d'urgence et un niveau de priorité déterminés, on choisit d'abord les datagrammes à mettre en paquets TP en fonction de la bande passante courante de canal d'émission considéré, en répartissant entre les canaux, de façon égale ou non, le reliquat de bande passante en fonction de la bande passante totale (seuil haut du groupe) ou de la taille de ce reliquat.

[0042] La figure 4, formée des figures 4A, 4B, 4C et 4D, représente $M = 4$ files d'attente d'entrée ou de réception en mémoire 23, chacune sous forme de deux piles de datagrammes de diverses tailles (en ordonnée) à gauche sur la figure 4, et, à droite, les $N = 4$ files d'attente d'émission 341-344. Dans un but de clarté de l'exposé, le brassage entre les files d'attente de réception

et celles d'émission 341-344 est supposé déjà effectué. Les circuits 33 n'ont de même pas été représentés.

[0043] Dans les files d'attente de réception en mémoire 23, les datagrammes sont regroupés, c'est-à-dire peuvent être sélectionnés au moins logiquement, selon leur niveau d'urgence, Q1 et Q2 ici. Il y a ici deux niveaux d'urgence, le plus faible Q1 correspondant à la pile de paquets la plus à gauche.

[0044] Les deux canaux d'émission ayant les files d'attente d'émission 341 et 343 requièrent ici d'obtenir par priorité un minimum de bande passante, pour assurer un débit correspondant, représenté par les deux traits horizontaux interrompus, correspondant ici à l'émission de quatre paquets TP pendant la durée du cycle courant. Un cycle comprend une période de chargement des files d'attente d'émission 341-344, qui occupe une durée variable dans le cycle. Le vidage des files d'attente d'émission 341-344 peut s'effectuer ici sur toute la durée du cycle.

[0045] Les références 101 à 113 des flèches représentent l'ordre dans lequel sont successivement transférés les paquets, des files d'attente de réception à celles d'émission 341-344. Pour chaque file d'attente de réception, les datagrammes sont d'abord extraits de la pile Q2 à niveau d'urgence le plus élevé puis de l'autre Q1, à gauche, une fois la première vidée. On aiguille d'abord le volume minimal de paquets vers les files d'attente d'émission 341 et 343. Le premier canal (341) reçoit d'abord (101) un datagramme et, son seuil minimal de bande passante requise n'étant pas atteint, il reçoit (102) un deuxième datagramme. Le seuil minimal étant alors franchi, c'est alors le troisième canal (343) qui reçoit de même (103, 104) deux datagrammes et le seuil minimal est alors franchi.

[0046] On ne poursuit l'aiguillage de paquets vers les canaux 341 et 343 ayant reçu le volume minimal de paquets qu'après avoir aiguillé vers chacun des autres canaux 342 et 344 un volume de paquets atteignant le volume minimal. Ce sont donc les autres canaux 342 et 344 qui reçoivent des datagrammes suivants, un par un, d'abord (105) le canal 342 puis (106) le canal 344, ensuite (107) à nouveau le canal 342 et (108) le canal 344. A ce moment, les files d'attente d'émission 342 et 344 des canaux n'ayant pas requis par priorité un remplissage à un seuil minimal atteignent un volume de respectivement quatre et cinq paquets TP, donc au moins égal au seuil minimal. Les files d'attente d'émission 341 et 343 peuvent alors à nouveau recevoir des datagrammes. Ainsi, chacune des files d'attente d'émission 341-344 reçoit un paquet lors des transferts respectifs 109, 110, 111 et 112. Le transfert 113 vers la file d'attente d'émission 341 correspond au début d'un nouveau balayage des canaux d'émission pour d'autres tels transferts. Les transferts vers tout canal d'émission (341-344) s'arrêtent si un seuil haut de débit ou bande passante de celui-ci est atteint, ou s'il n'y a plus de datagrammes qui lui sont destinés. Dans cet exemple, une fois arrêtés les transferts vers un canal d'émission lors

d'un cycle, on ne les reprend pas même si sa file d'attente d'émission 341-344 se vide en dessous du seuil haut du canal considéré ou s'il arrive de nouveaux datagrammes à transférer vers le canal considéré. De ce fait, dans chaque cycle, on n'aiguille vers les canaux d'émission qu'une série ininterrompue de paquets.

[0047] L'algorithme général est expliqué plus en détails ci-dessous dans le cas du premier protocole et illustré par la liste ci-après des étapes de gestion des flux d'entrée.

[0048] Après une étape 51 de lecture des trames ETHERNET, une étape 52 comporte un rangement final des datagrammes dans des files d'attente d'entrée, chacun associé à un canal d'émission, et donc à un identificateur PID déterminé, donc respectivement à l'une des files d'attente de sortie 341 à 344. Les canaux d'émission ou numéros PID ayant une file d'entrée non vide sont inscrits dans une liste X. A une étape 53 suivante, on calcule, selon le principe indiqué plus haut, le nombre A_i de paquets TP de taille L (188 octets ici) qui correspond au débit D_i (seuil maximal du groupe) alloué spécifiquement à chaque groupe i de canaux d'émission, compte tenu de la période T de répétition des cycles de l'algorithme, ceci selon la formule :

$$A_i \times L = D_i \times T$$

GESTION DES FLUX D'ENTREE

[0049]

- 51 Lecture trames reçues
- 52 Rangement trames
- 53 Calcul du nombre A_i paquets pour le seuil haut du groupe
- 54 Calcul de N_b paquets pour le volume minimal de paquets
- 55 Initialisation compteur C_{ij} d'estimation du nombre de paquets
- 56 Etablissement liste Y_i de canaux à volume minimal de paquets
- 57 Lecture datagramme
- 58 Détermination du nombre de nouveaux paquets
- 59 Passage à urgence inférieure
- 60 Canal suivant de Y_i
- 61 Nombre de paquets à répartir
- 62 Inscription PID dans liste circulaire Z_i
- 63 Mise à jour compteur K_{ij}
- 64 Lecture liste Z_i
- 65 Si $K_{ij} = \max \Rightarrow$ sortie canal de la liste Z_i
- 66 $K_{ij} > N_b$ de paquet de volume minimal ?
- 67 Rééligibilité du canal pour supplément de bande passante
- 68 Mise en paquets de datagrammes
- 69 File d'entrée canal vide ?
- 70 Sortie canal de la liste Z_i
- 71 Mise en paquets TP d'un datagramme pour urgen-

ce max

- 72 Calcul nombre de nouveaux paquets TP du datagramme
- 73 Fin du traitement du canal
- 74 Paquet supplémentaire
- 75 Eligibilité si bande passante min requise : si autres canaux servis
- 76 Incrémentation compteur Kij
- 77 Kij > Nb paquets transférés ?

[0050] A une étape 54 suivante, on calcule, selon le même principe, le nombre de paquets TP correspondant à la bande passante minimale garantie, ou volume minimal de paquets, de chaque canal j, si tel est le cas (zéro par défaut) et le nombre relatif à une bande passante maximale du canal j considéré du groupe i considéré, si tel est le cas (par défaut : la bande passante allouée au groupe i).

[0051] A une étape suivante 55, on initialise, pour chaque canal, un compteur Cij d'estimation du nombre de paquets TP qui seront stockés dans la file d'attente de sortie 131-134 du canal considéré. La valeur initiale, avant tout rechargement de la file de sortie 341-344, est égale au nombre de paquets TP qui y subsistent (chargés au cycle précédent mais non encore émis), nombre qui est lu pour initialiser le compteur Cij ci-dessus. A une étape 56 suivante, on établit pour chaque groupe une liste Yi de canaux d'émission qui ont en entrée des datagrammes à traiter (à transférer en file de sortie 341-344), qui requièrent une bande passante minimale garantie non nulle et dont le remplissage de la file de sortie 341-344 est encore insuffisant pour fournir au moins le débit minimal correspondant à la bande passante minimale requise.

[0052] A une étape 57 suivante, on lit un nouveau datagramme, de niveau d'urgence courant, le plus élevé au début, dans la file d'entrée voulue pour le mettre sous forme de paquet(s) TP et ainsi remplir la file de sortie correspondante 341-344. A une étape 58, on détermine le nombre de nouveaux paquets TP ajoutés à la file de sortie 341-344 considérée et on fait progresser de manière correspondante le compteur Cij. Les étapes 57 et 58 s'arrêtent lorsque le seuil de bande passante minimale requise est atteint, ou faute de datagrammes en file d'attente de réception. A une étape 59 suivante, on reboucle aux étapes 57 et 58, pour le niveau d'urgence Q de niveau inférieur au niveau d'urgence Q courant puis, ayant parcouru tous les niveaux de qualité, on passe, à une étape 60, au canal d'émission suivant de la liste Yi.

[0053] Les étapes 61 à 77 concernent la répartition, entre les groupes et les canaux, du reliquat de la bande passante non encore attribuée. Cette répartition est égalitaire dans cet exemple.

[0054] A l'étape 61, on détermine, pour chaque groupe i, le nombre de paquets TP à répartir entre les j canaux de ce groupe i. Il s'agit du nombre maximal de paquets pouvant être émis par le groupe, compte tenu de

la bande passante maximale qui lui a été allouée, nombre auquel on a retranché le nombre de paquets TP déjà transmis aux files d'attente d'émission 341-344 requérant une bande passante minimale garantie (étapes 56-58), et retranché aussi le nombre de paquets TP déjà présents en file d'attente d'émission 341-344 qui ne requièrent pas de bande passante minimale garantie. A l'étape 62, on inscrit, pour chaque groupe i, le numéro d'identification PID de chaque canal ij du groupe i dans une liste à lecture circulaire Zi.

[0055] A l'étape 63, on met à jour un compteur Kij de paquets TP "équitablement répartis" vers le canal au numéro PID considéré. Le compteur Kij contient le nombre de paquets TP que le canal ij considéré a actuellement le droit d'émettre. Le compteur Kij a pour but d'égaliser autant que possible les débits de tous les canaux ij dans chaque groupe i, ceci en s'assurant que les canaux n'ayant pas requis de bande passante minimale garantie vont, après les autres, recevoir eux aussi, et dans la mesure où un reliquat existe, une allocation de bande passante sensiblement égale à celle requise et allouée d'abord à ceux-ci. En bref, les canaux ij initialement élus, ayant reçu prioritairement une allocation de bande passante minimale garantie perdent tout droit à une allocation supplémentaire, c'est-à-dire ne sont plus éligibles tant que les autres canaux n'ont pas reçu une bande passante équivalente. On tend ainsi à rétablir une distribution égalitaire.

[0056] A l'étape 64, on poursuit la lecture de la liste circulaire Zi de chaque groupe tant qu'il reste des paquets à répartir entre les canaux et des datagrammes à encapsuler. A l'étape 65, si le compteur Kij de répartition relatif au numéro PID du canal ij atteint le débit maximal autorisé du canal ij, on enlève le numéro PID considéré de la liste Zi. Sinon, à l'étape 66, on détermine si le compteur Kij dépasse le nombre de paquets TP correspondant à la bande passante minimale garantie du canal ij considéré. Si, à l'étape 67 suivant l'étape 66, on détermine que le canal ij considéré n'a pas encore atteint son débit ou bande passante maximal autorisé et si l'examen des divers compteurs Kij montre que les autres canaux du groupe i ont reçu un nombre de paquets TP au moins égal à celui correspondant à la bande passante minimale garantie du canal ij considéré, ce dernier redevient alors éligible pour l'attribution équitable du reliquat de bande passante. En pareil cas, on incrémente le compteur Kij du nombre de paquets TP attribués.

[0057] Si le compteur Kij dépasse le nombre de paquets TP actuellement mis en paquets pour le canal ij considéré, cela indique que la file d'attente d'émission n'atteint pas le niveau de remplissage autorisé et on met en paquets TP des datagrammes à l'étape 68 jusqu'à avoir engendré au moins un paquet TP de plus. Si l'examen de la file d'entrée du canal ij considéré à l'étape 69, montre qu'elle est vide, on enlève le numéro PID correspondant de la liste Zi à l'étape 70. Sinon, à l'étape 71, on traite le datagramme de plus haut niveau d'ur-

gence, relatif au numéro PID considéré, en le mettant sous forme de paquets TP dans la file d'attente d'émission 341-344 considérée.

[0058] A l'étape 72, on calcule le nombre de paquets TP ainsi engendrés et incrémente le compteur Cij d'estimation du nombre de paquets engendrés à destination de la file de sortie 341-344 considérée. On aboutit, étape 73, à la fin du traitement d'alimentation en paquets du canal ij considéré, s'il n'a plus de datagramme en file d'attente de réception ou s'il a atteint son débit maximal autorisé. Sinon, à l'étape 74, on recommence comme ci-dessus jusqu'à engendrer au moins un paquet TP de plus (cf. étape 68). Le total de paquets indiquant la taille du reliquat est décrémenté d'autant. Si, contrairement au cas de l'étape 68, le compteur Kij ne dépasse pas le nombre de paquets TP actuellement transférés vers le canal ij, celui-ci dispose encore de paquets engendrés par la mise en paquets d'un datagramme précédent.

[0059] A l'étape 75, pendant de l'étape 67, on détermine si le canal ij courant a requis une bande passante minimale garantie et, en pareil cas, on détermine si tous les autres canaux ij du groupe i considéré se sont vu attribuer par la suite un nombre de paquets TP correspondant au moins à la bande passante minimale garantie du canal ij, allouée au début. En d'autres termes, on détermine si au moins l'un des autres canaux ij du groupe i ne s'est vu attribuer qu'un nombre de paquets TP inférieur à celui attribué au canal ij considéré, qui a requis une bande passante minimale garantie. Dans ce cas, ce dernier canal ij n'est alors, au moins temporairement, pas éligible pour l'attribution du reliquat de bande passante. A l'étape 76, on incrémente le compte Kij et, à l'étape 77, on détermine si le compteur Kij dépasse le nombre de paquets TP actuellement transférés vers le canal ij considéré. En pareil cas, le canal PID a une bande passante minimale garantie qui n'est pas remplie entièrement et qui ne peut l'être plus, par absence de datagramme en file d'attente en entrée. Le numéro PID est alors enlevé de la liste Zi et le traitement du canal ij considéré s'achève. Sinon, le groupe i a réparti un paquet TP de plus, mais il y a toujours autant de paquets TP disponibles pour la répartition équitable.

[0060] Ceci achève la routine de répartition du reliquat de bande passante et donc de traitement des datagrammes reçus. Les datagrammes éventuellement non traités à un cycle peuvent être pris en compte au cycle suivant.

Emission des paquets

[0061] Le vidage des files d'attente de sortie 341-344 par émission à travers le circuit 35 va maintenant être expliqué, pour chaque groupe de canaux d'émission. Les principes généraux de vidage des files de sortie 341-344 reprennent ceux relatifs aux files d'attente de réception, pour régler dynamiquement les divers débits.

[0062] A une étape 81, on détermine un nombre de paquets TP correspondant à la bande passante allouée

au groupe et on y retranche le nombre de paquets correspondant au minimum de bande passante requis par divers canaux du groupe. Le volume d'informations correspondant à ces paquets doit être émis de façon prioritaire. le reliquat de bande-passante du groupe pouvant ensuite être réparti entre tout ou partie des paquets, comme expliqué pour les files d'attente de réception. A cet effet, à une étape 82, on insère le numéro PID dans une liste circulaire Zi du groupe et pour chaque numéro PID, à une étape 83, on examine si le canal correspondant n'a plus de paquet à émettre ou s'il a atteint son débit maximal autorisé (nombre de paquets par cycle). En pareil cas, on enlève le numéro PID considéré de la liste Zi, à une étape 84. Si le canal considéré a encore des paquets TP à émettre dans le cadre d'une bande passante minimale garantie, on émet, à une étape 85, le premier paquet disponible (a priori le plus ancien) dans la file de sortie 341-344 considérée. On décrémente alors un compte du nombre de paquets TP restant à émettre dans le cadre du volume minimal garanti. S'il reste encore de la bande passante disponible au niveau du groupe, on émet d'autres paquets TP en servant les canaux dans l'ordre par exemple des niveaux de priorité décroissants, à une étape 86, en décrémentant de façon correspondante un compte de bande passante, ou nombre de paquets, disponible au niveau du groupe.

Revendications

1. Procédé de diffusion de paquets de données numériques par un ensemble de divers canaux (341-344), avec leurs files d'attente, d'un émetteur de diffusion dont le débit global est limité par un seuil haut, l'entrée de l'émetteur recevant (1-4) au moins d'un serveur un flux d'informations entrant, procédé caractérisé par le fait que la diffusion s'effectue selon une suite de cycles, dans chacun desquels on aiguille les paquets de données vers des canaux déterminés (341-344) et, tant qu'il y a des paquets, jusqu'à ce que le volume des paquets aiguillés corresponde au dit seuil haut.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel, dans chaque cycle, on n'aiguille vers les canaux (341-344) qu'une série ininterrompue de paquets.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel on aiguille d'abord vers au moins un des canaux (341, 343) un volume minimal de paquets.
4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel on ne poursuit l'aiguillage de paquets vers le canal (341, 343) ayant reçu le volume minimal de paquets qu'après avoir aiguillé vers chacun des autres canaux (342, 344) un volume de paquets atteignant le volume minimal.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel on aiguille les paquets d'abord vers des canaux (341-344) prioritaires.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel on attribue aux paquets à aiguiller un niveau d'urgence et on aiguille d'abord les paquets présentant le plus haut niveau d'urgence. 5
7. Procédé selon l'une des revendications 5 et 6, dans lequel, en cas d'égalité de niveau de priorité de canaux (341-344), on aiguille d'abord les paquets présentant le plus haut niveau d'urgence. 10
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel on fixe un seuil haut de débit pour au moins l'un des canaux (341-344) et on arrête l'aiguillage de paquets vers le canal (341-344) lorsque le volume de paquets aiguillés vers celui-ci correspond au moins audit seuil haut. 15 20
9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel on répartit les canaux (341-344) en groupes de canaux, on fixe pour chaque groupe une valeur de seuil haut de débit en fonction du seuil haut du débit global de l'émetteur (5) et de la valeur de seuil haut des autres groupes et l'aiguillage des paquets dans chaque groupe s'effectue en considérant, à chaque fois, que l'émetteur (5) a un seuil haut de débit global réduit à la valeur de celui du groupe considéré. 25 30

35

40

45

50

55

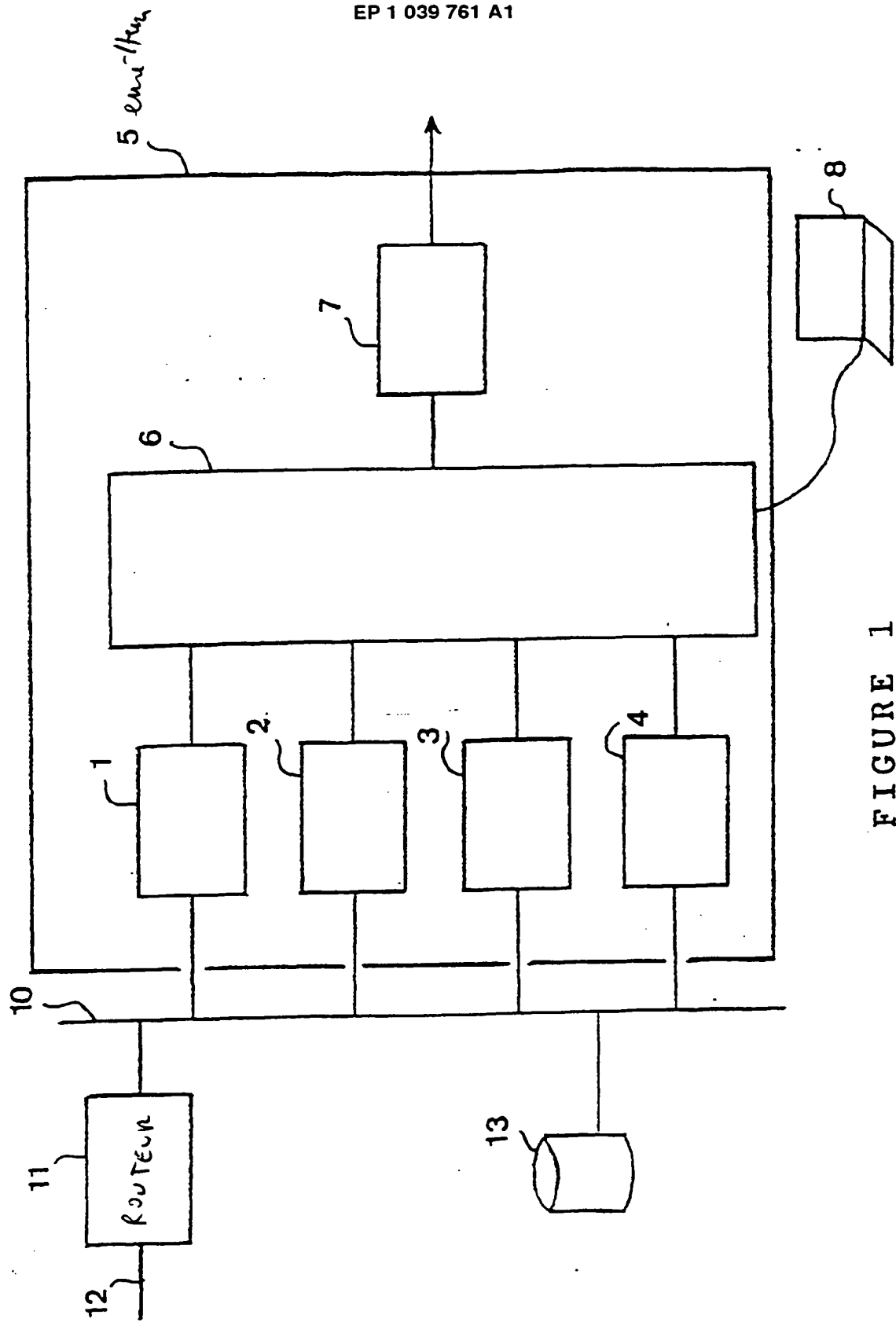


FIGURE 1

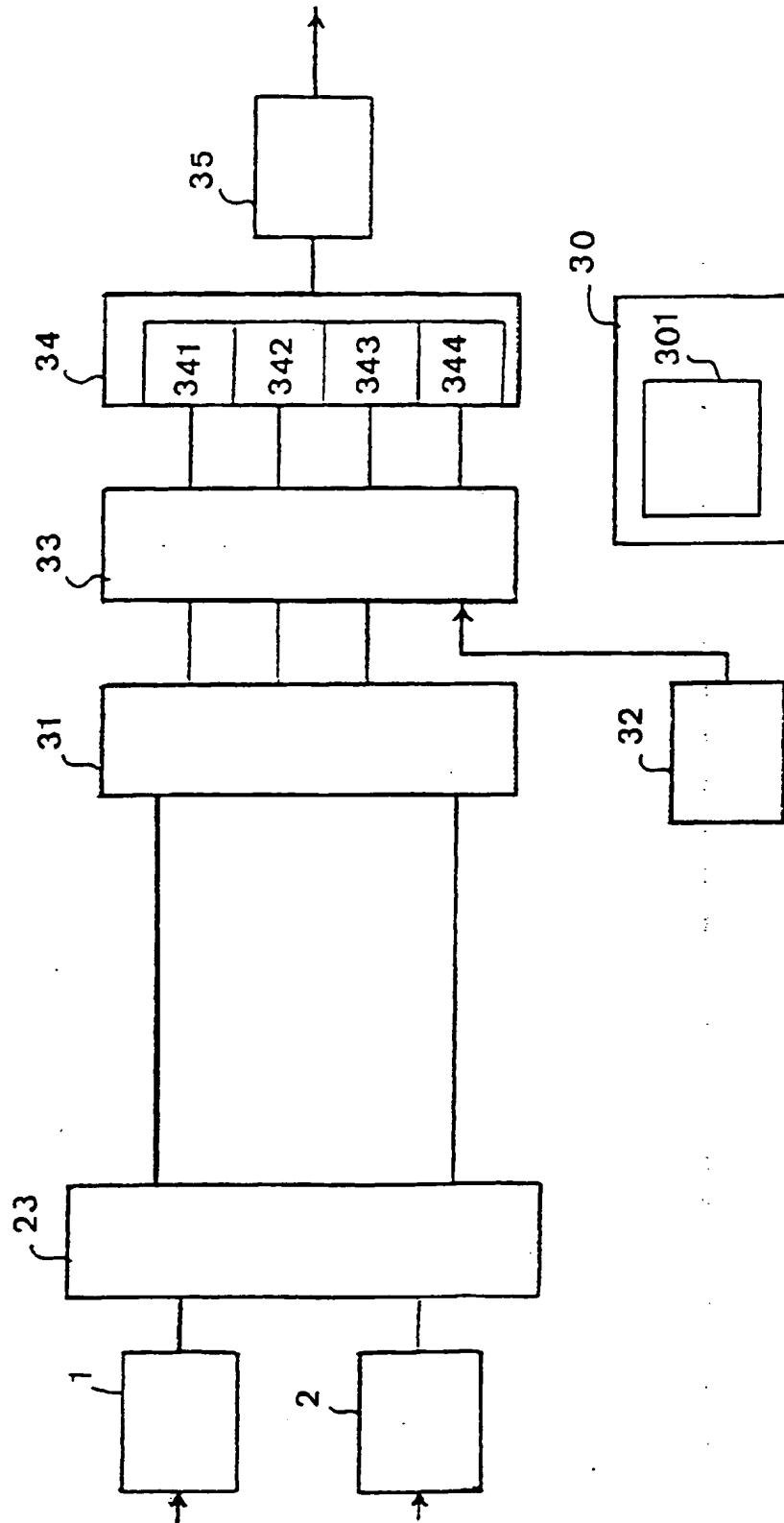


FIGURE 2

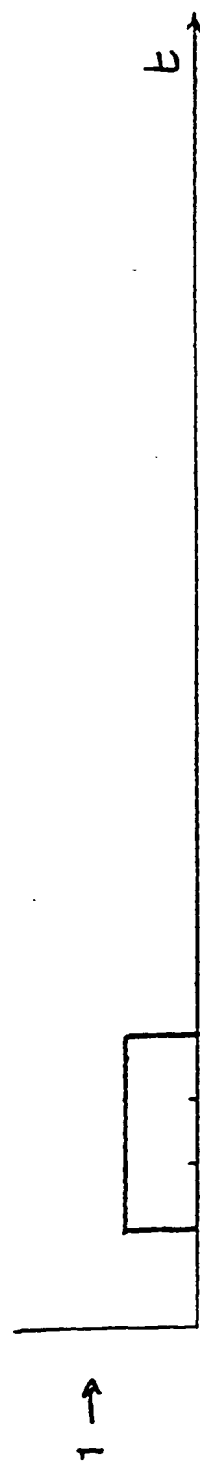


FIGURE 3A

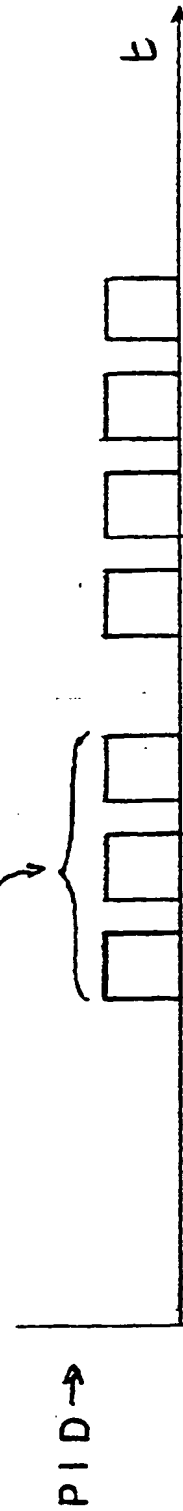


FIGURE 3B



FIGURE 3C

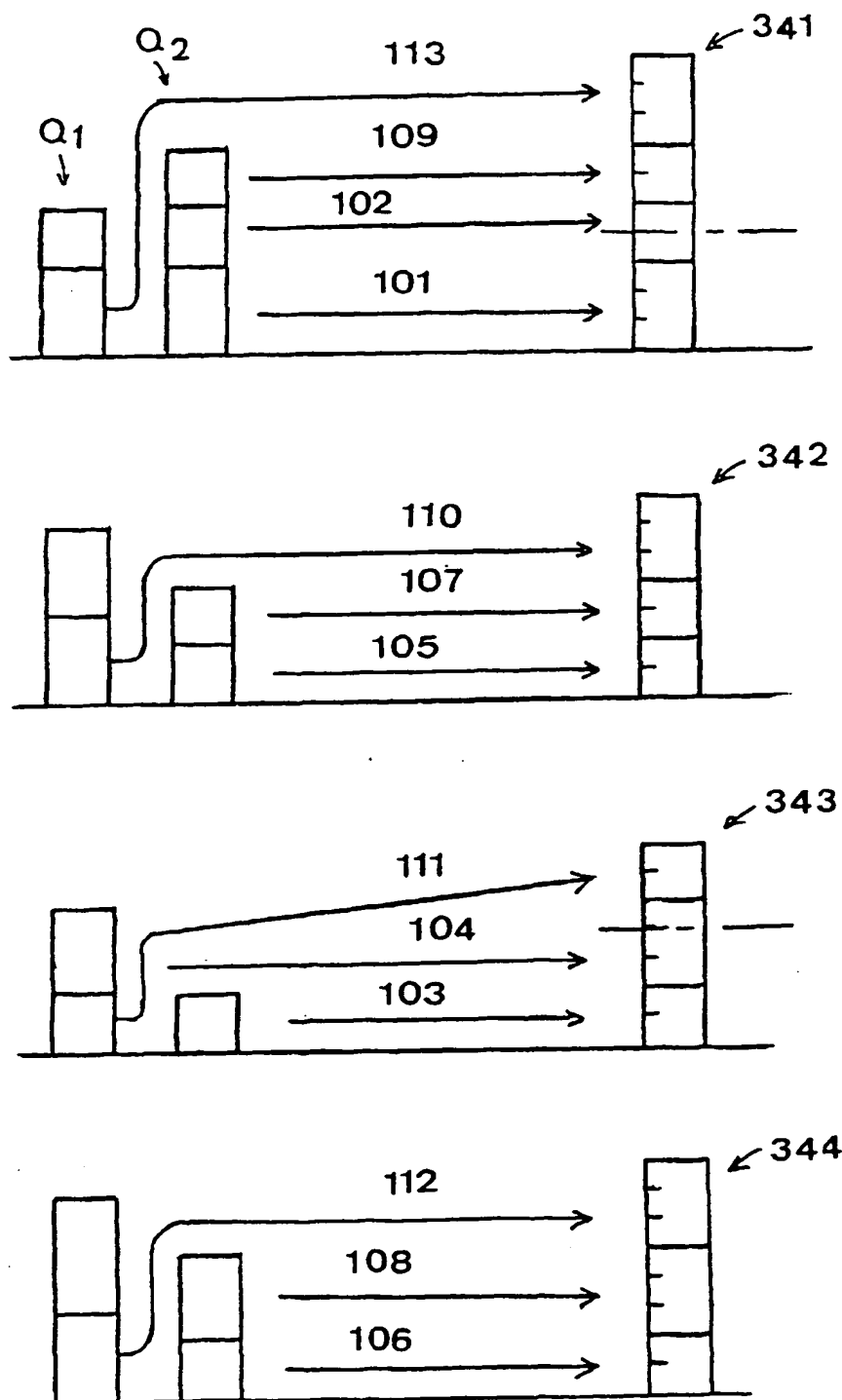


FIGURE 4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 00 40 0728

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	GB 2 316 838 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 4 mars 1998 (1998-03-04)	1,2,5-7	H04N7/58
A	* page 5, ligne 6 - ligne 19 * * page 6, ligne 5 - ligne 17 * * page 9, ligne 22 - page 11, ligne 12 * * page 13, ligne 22 - page 14, ligne 24 * ---	8,9	
X	FR 2 726 414 A (MATRA COMMUNICATION) 3 mai 1996 (1996-05-03)	1,2	
A	* colonne 18, ligne 23 - colonne 20, ligne 8 * ---	5-7	
A	US 5 864 557 A (LYONS PAUL WALLACE) 26 janvier 1999 (1999-01-26) * abrégé * * colonne 2, ligne 25 - ligne 38 * -----	1,2,6	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 13 juillet 2000	Examineur Marie-Julie, J-M
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 03 92 (P04002)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 00 40 0728

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

13-07-2000

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 2316838 A	04-03-1998	JP 10075223 A	17-03-1998
		AU 2862097 A	05-03-1998
FR 2726414 A	03-05-1996	AU 3809495 A	23-05-1996
		CA 2203788 A	09-05-1996
		CN 1166904 A	03-12-1997
		EP 0788716 A	13-08-1997
		WO 9613941 A	09-05-1996
US 5864557 A	26-01-1999	AU 4412497 A	17-04-1998
		CN 1231786 A	13-10-1999
		EP 0928525 A	14-07-1999
		WO 9813962 A	02-04-1998

EPO FORM P04E0

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82